

بررسی آزمایشگاهی تطابق لبه ای دو ماده رتروگرید (MTA تیره و سمان پرتلند) توسط میکروسکوپ الکترونی

دکتر مریم بیدار*#، دکتر سعید مرادی*، دکتر سلما بیداد**، دکتر حمید جعفرزاده***، دکتر حبیب الله اسماعیلی****

* دانشیار گروه اندودانتیکس دانشکده دندانپزشکی و مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد
** دندانپزشک

*** استادیار گروه اندودانتیکس دانشکده دندانپزشکی و مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد

**** استادیار گروه پزشکی اجتماعی و بهداشت دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد

تاریخ ارائه مقاله: ۸۶/۴/۱۶ - تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۰/۱۰

Title: An Invitro Comparative Study of Marginal Adaptation of Two Retrograde Materials (Gray MTA and Portland Cement) by SEM

Authors: Bidar M*#, Moradi S*, Bidad S**, Jafarzadeh H***, Esmaily H****

* Associate Professor, Dept of Endodontics, School of Dentistry and Dental Research Center of Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.

** Dentist

*** Assistant Professor, Dept of Endodontics, School of Dentistry and Dental Research Center of Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.

**** Assistant Professor, Dept of Community Medicine and Public Health, School of Medicine, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.

Introduction: Total seal in the root apex for healing of periodontium is an important goal of endodontic surgery that is obtained by application of various kinds of retrograde materials. The purpose of this study was to evaluate and compare marginal adaptation of two retrograde materials (Gray MTA and Portland cement), using SEM.

Material & Methods: In this invitro study, 50 extracted single-rooted human teeth with mature apices, without decay, absorption or root fracture were selected. The canals were instrumented by rotary system and filled with gutta-percha and then 3 mm of the root-end was resected. Then a cavity was prepared at the root-end with 3 mm depth and 1 mm width. Next, the teeth were divided into two groups of 25 teeth each. Each group was filled with one of the retrograde materials (Gray MTA or Portland cement). After that, the teeth were resected longitudinally to create buccal and lingual sections. Finally, the gap was determined and recorded in millimeter in two dimensions. The data were analyzed using Mann-Whitney test and Fisher's Exact test.

Results: The mean gap in Gray MTA and Portland cement were 211.6 μ and 326.3 μ , respectively. The difference was not statistically significant.

Conclusion: There was no significant difference in marginal adaptation between Gray MTA and Portland cement.

Key words: Marginal adaptation, MTA, Portland cement, SEM.

Corresponding Author: BidarM@mums.ac.ir

Journal of Mashhad Dental School 2008; 32(1): 11-6.

چکیده

مقدمه: یکی از اهداف مهم جراحی ریشه، ایجاد سیل مناسب در انتهای ریشه برای بهبودی بافت پریودنتال می باشد که این هدف با کاربرد مواد مختلف به عنوان ماده رتروگرید حاصل می شود. هدف از این مطالعه، مقایسه تطابق لبه ای دو ماده رتروگرید MTA تیره و سمان پرتلند با کمک میکروسکوپ الکترونی بود.

مواد و روش ها: در این مطالعه تجربی آزمایشگاهی، ۵۰ عدد دندان تک ریشه کشیده شده انسانی بدون پوسیدگی، با آپکس سالم و فاقد شکستگی ریشه یا تحلیل انتخاب شد. کانال این دندان ها به وسیله سیستم چرخشی، آماده سازی شده و با گوتاپرکا پر شد و سپس ۳^{mm} انتهای هر ریشه به طور عمودی قطع شد. سپس حفره ای به عمق ۳^{mm} و عرض ۱^{mm} در انتهای ریشه هر دندان تهیه گردید و دندان ها به طور تصادفی به دو گروه ۲۵ تایی تقسیم شده و حفرات در هر دسته با یک نوع ماده (MTA تیره یا سمان پرتلند) پر شدند. سپس دندان ها از محور طولی برش زده شده و به دو قسمت مساوی تقسیم شد و میزان گپ توسط میکروسکوپ الکترونی در دو بعد تعیین گردید. آنالیز آماری داده ها توسط آزمون Mann-Whitney و آزمون دقیق فیشر انجام گرفت.

یافته ها: میانگین گپ در MTA تیره، ۲۱۱/۶ میکرون و در سمان پرتلند ۳۲۶/۳ میکرون بود که در MTA تیره نسبت به سمان پرتلند کمتر بود اما تفاوت معنی داری بین دو گروه از نظر میانگین گپ وجود نداشت.

نتیجه گیری: از نظر میزان تطابق لبه ای، تفاوتی بین MTA تیره و سمان پرتلند وجود ندارد.

واژه های کلیدی: تطابق لبه ای، MTA، سمان پرتلند، میکروسکوپ الکترونی.

مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۳۸۷ دوره ۳۲ / شماره ۱ : ۶-۱۱.

مقدمه

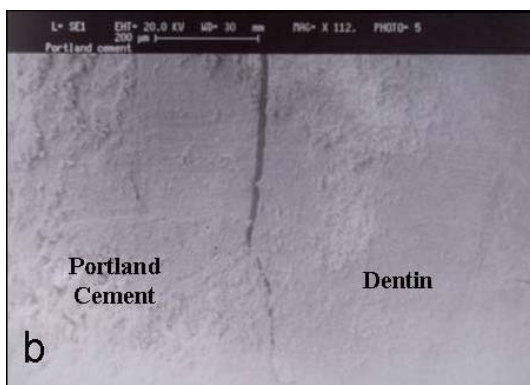
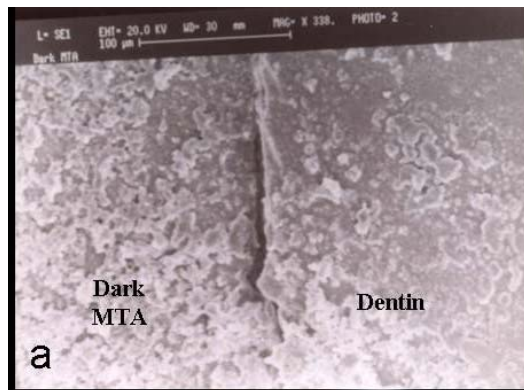
یکی از اهداف مهم جراحی ریشه، ایجاد سیل مناسب در مواردی است که دستیابی به آن از طریق درمان های معمول امکان پذیر نمی باشد. البته بیش از ۲/۳ درمان های عمومی مجدد، موفق هستند اما در برخی شرایط، جراحی پری آپیکال برای حفظ دندان ضروری است. لذا انتخاب ماده ای با سازگاری نسبی و سیل مناسب که مانع از خروج مواد محرک از کانال ریشه و ورود آنها به نسوج اطراف ریشه شود از نکات مهم درمان است.^(۱) جهت ایجاد سیل آپیکال در جراحی اندو، مواد رتروفیل مختلفی ارائه شده که MTA و سمان پرتلند (PC) از جدیدترین آنها است. MTA که مطالعات متعدد، آن را از نظر سیل و تطابق نسبی، مناسب نشان داده پودری است شامل ذرات هیدروفیل که ترکیب اصلی آن چند اکسید معدنی شامل تری کلسیم سیلیکات، تری کلسیم آلومینات، اکسید تری کلسیم و اکسید سیلیکات است.^(۲) از سوی دیگر، سمان پرتلند که اولین بار در سال ۱۸۲۲ توسط Joseph Aspedin در انگلیس معرفی شد، ترکیبی شامل تری کلسیم سیلیکات، تری کلسیم آلومینات، دی کلسیم سیلیکات، تتراکلسیم آلومینوفریت و کلسیم سولفات دارد.^(۳) قابلیت سیل MTA در مطالعات نفوذ رنگ و باکتری خیلی بهتر از آمالگام و معادل یا بهتر از Super-EBA بوده است.^(۴) Torabinejad و همکاران در سال ۱۹۹۵، ریزنشت چهار ماده رتروگرید (MTA، IRM، Super-EBA و آمالگام) را با استفاده از نفوذ باکتری استافیلوکوکوس اپیدرمیدیس، مقایسه کردند. در طول ۹۰ روز آزمایش، نشت باکتریال MTA به طور معنی دار کمتر از ۳ ماده دیگر بود.^(۵) Tang و همکاران نیز در سال ۲۰۰۲، نشان دادند که MTA در مقابل نفوذ رنگ و باکتری ها و متابولیت های آنها، سیل موثری ایجاد می کند.^(۶) از سال ۲۰۰۱ مطالعاتی بر پایه شباهت ترکیبات MTA و PC انجام شده است. PC نتایج مشابهی را در Direct

Pulp Cap دندان های سگ بعد از پالپوتومی نشان دادند.^(۷) Holland و همکاران در سال ۲۰۰۲، دریافتند که واکنش بافتی نسبت به MTA و PC و هیدروکسید کلسیم مشابه است.^(۸) Saidan و همکاران در سال ۲۰۰۳، نشان دادند که در بررسی مورفولوژی و تعداد سلول های L929 در مجاورت PC و MTA، تفاوت معنی داری وجود ندارد.^(۹) رزمی و همکاران در سال ۱۳۸۲، نشان دادند که پاسخ بافتی به MTA و PC از لحاظ سازگاری نسبی با هم قابل مقایسه است.^(۱۰) نتایج این مطالعات، PC را به عنوان یک ماده بالقوه مناسب برای پرکردن حفرات انتهایی ریشه در نظر می گیرند.

هدف از انجام این مطالعه، مقایسه تطابق لبه ای دو ماده رتروگرید MTA تیره و سمان پرتلند با استفاده از میکروسکوپ الکترونی بود.

مواد و روش ها

جهت انجام این مطالعه آزمایشگاهی، ۵۰ عدد دندان تک ریشه کشیده شده انسانی با آپکس سالم و بدون پوسیدگی، شکستگی ریشه یا تحلیل داخلی و خارجی انتخاب شد. تاج دندان ها با استفاده از دیسک الماسه قطع شد تا ۱۴ mm از طول ریشه باقی بماند. بافت داخل کانال با بروچ خارج شده و کانال به وسیله ابزار چرخشی ProFile آماده سازی شد. در طول آماده سازی، کانال با محلول هیپوکلریت سدیم ۵٪/۰ شستشو داده شده و در انتهای آماده سازی با سرم فیزیولوژیک شسته و با گوتاپرکا پر شد. در طی انجام این مراحل، دندان ها در آب نگهداری می شدند. پس از پرشدن کانال دندان ها، برای جلوگیری از شکنندگی دندان ها در حین برش، آنها حداقل به مدت ۴۸ ساعت و در رطوبت ۱۰۰٪ نگهداری شدند. سپس در ۳mm انتهای ریشه هر دندان، یک برش عمودی توسط دیسک الماسه زده شد تا سطحی در انتهای ریشه برای تهیه حفره فراهم گردد. سپس حفره ای با ابعاد مشخص (عمق ۳mm و عرض ۱mm) به وسیله توربین و فرز



تصویر ۱: نمای میکروسکوپی از مقطع طولی نمونه های پر شده با MTA تیره (a) و سمان پرتلند (b)

میانگین عرض گپ در گروه MTA تیره ۱۹/۸ بود که کمتر از سمان پرتلند (۲۶/۵) بود اما آزمون آماری Mann-Whitney تفاوت معنی داری را بین دو گروه نشان نداد ($P=0/915$) (جدول ۱).

جدول ۱: مقایسه عرض گپ در گروه های تحت مطالعه

نوع ماده	شاخص آماری	
	میانگین	انحراف معیار
MTA تیره	۱۹/۸	۱۴/۹
سمان پرتلند	۲۶/۵	۳۱/۱

* Interquartile Range

میانگین طول گپ در گروه MTA تیره ۴۰۳/۴ بود که کمتر از سمان پرتلند (۶۲۶/۱) بود یعنی MTA تیره از نظر طول گپ دارای تطابق لبه ای بهتری نسبت به سمان پرتلند

الماسه تهیه شد که این حفرات با EDTA شستشو و خشک شدند. سپس دندان ها به طور تصادفی به دو گروه ۲۵ تایی تقسیم شده و با مواد تحت آزمایش یعنی MTA تیره و سمان پرتلند پر شدند. مواد در حفرات به وسیله MTA کریر قرار داده شده و به وسیله پلاگر متراکم می شدند. پس از این مرحله، دندان ها در دو دسته مجزا، به مدت حداقل ۱۲ ساعت برای انجام مراحل Setting در انکوباتور نگهداری شدند. سپس توسط دیسک الماسه یک برش طولی در هر دندان ایجاد شد به طوری که دندان ها به دو قسمت مساوی باکالی-لینگوالی (در جهت طولی) تقسیم شدند. پس از این مراحل، برای آماده سازی رؤیت دندان ها در زیر میکروسکوپ الکترونی (SEM)، آنها با یک لایه نازک طلا پوشیده شدند. برای ارزیابی تطابق لبه ای مواد مورد آزمایش با دیواره کانال، طول و عرض گپ ها مورد بررسی قرار گرفت، بدین صورت که بیشترین میزان طول و عرض گپ در دو طرف ماده پرکردگی و دیواره کانال ثبت می شد یعنی در هر دندان ۴ میزان گپ به دست می آمد. علاوه بر این، میانگین کلی گپ (میانگین کل طول و عرض گپ) در مورد هر یک از گروه ها محاسبه می شد.

پس از جمع آوری داده ها و کدگذاری آنها، اطلاعات وارد رایانه شده و پس از حصول اطمینان از صحت ورود اطلاعات با نرم افزار SPSS 11.5، تجزیه و تحلیل داده ها انجام شد. جهت بررسی مقایسه ای تطابق لبه ای مواد مذکور به دلیل نرمال نبودن متغیر پاسخ از آزمون Mann-Whitney و آزمون دقیق فیشر استفاده شد.

یافته ها

از لحاظ بررسی تطابق لبه ای، در اکثر نمونه ها گپ بین ماده رتروگرید و عاج وجود داشت (تصویر ۱). بیشترین موارد عدم وجود گپ در گروه سمان پرتلند بود (۱۲٪) که این مقدار برای گروه MTA تیره ۸٪ بود که از نظر آماری این اختلاف معنی دار نبود.

Confocal^(۱۱) البته وجود ارتباط بین تطابق لبه ای و میکرولیکیج، مورد توافق همه محققین نمی باشد چنانکه Yoshimura و همکاران^(۱۲)، Abdal و همکاران^(۱۳) و همچنین Xavier و همکاران^(۱۴) این ارتباط را تأیید نکرده اند اما Shani و همکاران^(۱۵)، Stabholz و همکاران^(۱۶) و همچنین ترابی نژاد و همکاران^(۱۱) با این ارتباط موافق هستند.

سمان پرتلند یکی از جدیدترین مواد رتروفیل است که جهت ایجاد سیل آپیکال ارائه شده است. اجزاء تشکیل دهنده سمان پرتلند شباهت زیادی به MTA دارد لذا محققین زیادی را ترغیب به تحقیق در مورد این سمان و مقایسه آن با MTA کرده است.^(۱۷) مطالعات متعددی، مناسب بودن کاربرد انسانی این ماده را از ابعاد مختلف نشان داده اند.^(۱۸ و ۱۹) هدف از این مطالعه، مقایسه تطابق لبه ای دو ماده رتروگرید MTA تیره و سمان پرتلند با استفاده از دستگاه SEM^۱ بود. اگرچه هر دو ماده، درجاتی از گپ را با دیواره کانال نشان می دادند، تطابق لبه ای این مواد چه از نظر عرض گپ، چه از نظر طول گپ و چه از نظر کلی اختلاف معنی داری را نشان نمی داد.

Moodnik و همکاران در سال ۱۹۷۵ در یک مطالعه SEM، گپ بین آمالگام و دیواره عاجی را ۶-۱۵۰ میکرون گزارش کردند.^(۲۰) Tanzilli و همکاران در سال ۱۹۸۰ در یک مطالعه SEM نشان دادند که تطابق لبه ای Cold-burnished gutta-percha از آمالگام بهتر است.^(۲۱) ترابی نژاد و همکاران در سال ۱۹۹۵ تطابق لبه ای MTA، آمالگام، Super EBA و IRM را مقایسه نمودند که MTA تطابق لبه ای بهتری را نسبت به سایر مواد نشان می داد.^(۲۱) Gondim و همکاران در سال ۲۰۰۳ نتیجه گرفتند که MTA با یا بدون Finishing، تطابق لبه ای خوبی نشان می دهد.^(۲۲) Shipper و همکاران در سال ۲۰۰۴ تطابق لبه ای آمالگام و MTA را تحت خلأ کم (LV) و خلأ زیاد (HV) با SEM مقایسه نموده و نتیجه گرفتند که MTA به طور معنی داری تطابق لبه ای بهتری نسبت به آمالگام دارد (به طوری که گپ در گروه MTA حداقل صفر و حداکثر ۹/۰۷ و میانگین آن ۲/۴۶۵ میکرومتر بود و در گروه

بود اما آزمون Mann-Whitney تفاوت معنی داری را بین دو گروه نشان نداد ($P=۰/۲۶۴$) (جدول ۲).

جدول ۲: مقایسه طول گپ در گروه های تحت مطالعه

نوع ماده	شاخص آماری		
	میانگین	انحراف	میان
MTA تیره	۴۰۳/۴	۴۳۹/۱	۲۸۰ (۳۵۷/۴)
سمان پرتلند	۶۲۶/۱	۷۶۶/۴	۵۰۰ (۶۶۶/۷)

* Interquartile Range

از لحاظ تطابق لبه ای کلی، میانگین گپ در گروه MTA تیره ۲۱۱/۶ بود که کمتر از سمان پرتلند (۳۲۶/۳) بود یعنی MTA تیره از نظر کلی دارای تطابق لبه ای بهتری نسبت به سمان پرتلند بود هرچند در آزمون آماری Mann-Whitney تفاوت معنی داری بین دو گروه مشاهده نشد ($P=۰/۲۵۶$) (جدول ۳).

جدول ۳: مقایسه کلی طول و عرض گپ در گروه های تحت مطالعه

نوع ماده	شاخص آماری		
	میانگین	انحراف	میان
MTA تیره	۲۱۱/۶	۲۲۳/۹	۱۴۷/۴۶ (۹۱۳/۵)
سمان پرتلند	۳۲۶/۳	۳۸۴/۵	۲۵۰/۷۸ (۳۳۵/۸)

* Interquartile Range

بحث

مطالعات نشان داده است که سیل ناکافی آپیکال یکی از علل اصلی عدم موفقیت جراحی پری آپیکال می باشد. کیفیت سیل آپیکال مواد رتروگرید از طرق مختلفی قابل ارزیابی است که عبارتند از: درجه نفوذ رنگ، نفوذ رادیوایزوتوپ، نفوذ باکتری، وسایل الکتروشیمیایی، روش های Fluid filtration، میکروسکوپ الکترونی و میکروسکوپ

ارزیابی دوبعدی، ایجاد آرتیفکت های زیاد در هنگام آماده سازی نمونه ها، اثر پلن برش و سایش نمونه ها و اثر High vacuum evaporation در ایجاد ترک و همچنین جداشدن ماده پرکردگی از دیواره عاجی است^(۱۱) لذا ارزیابی کیفیت سیل آپیکال با استفاده از متدهای دیگر مانند نفوذ رادیوایزوتوپ، وسایل الکتروشیمیایی و میکروسکوپ Confocal توصیه می شود. در مورد تطابق لبه ای مواد مورد مطالعه هم به نظر می رسد که باید مطالعاتی بر روی نمونه های حیوانی در شرایط in vivo و فانکشن های طبیعی به انجام برسد تا کفایت این مواد را بیشتر به اثبات برساند زیرا فشارهای مختلف که در طی فانکشن به مواد رتروفیل وارد می شود، ممکن است بر تطابق لبه ای این مواد در طولانی مدت اثر بگذارد.

نتیجه گیری

MTA تیره دارای تطابق لبه ای بهتری نسبت به سمان پرتلند می باشد هرچند تفاوت معنی داری بین این مواد از نظر میانگین گپ مشاهده نمی شود.

تشکر و قدردانی

این تحقیق در شورای پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد به تصویب رسیده و هزینه های آن از طریق معاونت محترم پژوهشی دانشگاه پرداخت شده است که بدینوسیله تشکر و قدردانی می شود.

آمالگام به ترتیب ۴/۲۱۸ و ۲۳/۲۴ و میانگین ۱۰/۱۹۱ میکرومتر بود) و شرایط LV کمترین میزان گپ ها را نشان داد.^(۲۳) در مقایسه با این مطالعه مشخص می شود که مطالعه حاضر، متوسط گپ بالاتری نسبت به مطالعه Shipper و همکاران نشان می دهد که به نظر می رسد به علت تفاوت روش ایجاد برش در دو مطالعه باشد به طوری که در مطالعه Shipper بعد از بلوک کردن، نمونه ها برش داده شدند و در مطالعه حاضر بدون ایجاد بلوک این عمل انجام گردید و ظاهراً نیروهای وارده و تکان های حاصل از ایجاد برش ممکن است در افزایش میانگین گپ مؤثر باشد. Xavier و همکاران در سال ۲۰۰۵ تطابق لبه ای MTA-Angelus (ساخت برزیل)، Super-EBA و Vitremer را مقایسه نموده و نتیجه گرفتند که MTA-Angelus به طور معنی داری تطابق لبه ای بهتری نسبت به سایر مواد دارد.^(۱۴)

با توجه به نتایج مطالعه حاضر و مطالعه هیستولوژیک دکتر ضرابیان و همکاران (۱۳۸۱) که تطابق نسبی را برای MTA تیره و سمان پرتلند نشان دادند^(۲۴) و همچنین مطالعات Saidan و همکاران (۲۰۰۳)^(۹) و Holland و همکاران^(۸) (۲۰۰۲) مبنی بر تشابه واکنش بافتی MTA و سمان پرتلند، به نظر می رسد این دو ماده، مواد مناسبی جهت رتروفیلینگ باشند.

SEM علیرغم اینکه روش مناسب و متداولی برای بررسی تطابق لبه ای است اما محدودیت هایی نیز دارد که شامل

منابع

۱. والتون ریچارد ای، ترابی نژاد م. اصول و درمان های اندودنتیکس. مترجمین: دکتر محمد حسین نکوفر. دکتر محمدسعید شیخ رضایی. تهران، ۱۳۸۱. ص ۵۳۲-۵۲۵.
۲. آرنز دونالد ای، ترابی نژاد م، چویون ن، رابینستین ر. جراحی اندودنتیکس. مترجمین: دکتر حسن رزمی. دکتر ماندانا پرتوی. دکتر اشکان یوسفی. تهران، ۱۳۷۹. ص ۱۲۳-۱۲۱.
۳. سعید عسگری ن. سمان پرتلند. چاپ دوم، تهران، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۶۸.
4. Torabinejad M, Higa RK, Mckendry DJ, Pitt Ford TR. Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. J Endod 1994; 20(4): 159-63.
5. Torabinejad M, Rastegar AF, Kettering JD, Pitt Ford TR. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. J Endod 1995; 21(3): 109-12.

6. Tang HM, Torabinejad M, Kettering JD. Leakage evaluation of root end filling materials using endotoxin. *J Endod* 2002; 28(1): 5-7.
7. Holland R, de Souza V, Murata SS, Nery MJ, Bernabe PF, Otoboni Filho JA, et al. Healing process of dog dental pulp after pulpotomy and pulp covering with mineral trioxide aggregate or Portland cement. *Braz Dent J* 2001; 12(2): 109-13.
8. Holland R, de Souza V, Nery MJ, Faraco Junior IM, Bernabe PF, Otoboni Filho JA, et al. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tube filled with mineral trioxide aggregate, Portland cement or calcium hydroxide. *Braz Dent J* 2001; 12(1): 3-8.
9. Saidon J, He J, Zhu Q, Safavi K, Spangberg LS. Cell and tissue reactions to mineral trioxide aggregate and Portland cement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 2003; 95(4): 483-9.
۱۰. رمضانخانی ندا. استاد راهنما: رزمی ح. بررسی هیستولوژیک پاسخ بافتی به سه ماده Pro root MTA, Root MTA و سمان پرتلند کاشته شده در مندبیل گربه بالغ. مقطع دکترای دندانپزشکی، پایان نامه شماره ۴۳۹، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۸۲-۱۳۸۱.
11. Torabinejad M, Smith PW, Kettering JD, Pitt Ford TR. Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. *J Endod* 1995; 21(6): 295-9.
12. Yoshimura M, Marshall FJ, Tinkle JS. In vitro quantification of the apical sealing ability of retrograde amalgam fillings. *J Endod* 1990; 16(1): 5-12.
13. Abdal AK, Retief DH, The apical seal via the retrosurgical Approach. I.A. preliminary study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982; 53(6): 614-21.
14. Xavier CB, Weismann R, de Oliveira MG, Demarco FF, Pozza DH. Root-end filling materials: apical microleakage and marginal adaptation. *J Endod* 2005; 31(7): 539-42.
15. Shani J, Friedman S, Stabholz A, Abed J. A radionuclide model for evaluating sealability of retrograde filling materials. *Int J Nucl Med Biol* 1984; 11(1): 46-52.
16. Stabholz A, Friedman S, Abed J. Marginal adaptation of retrograde fillings and its correlation with sealability. *J Endod* 1985; 11(5): 218-23.
17. Estrela C, Bammann LL, Estrela CR, Silva RS, Pecora JD. Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, sealapex and dycal. *Braz Dent J* 2000; 11(1): 3-9.
18. De-Deus G, Coutinho-Filho T. The use of white Portland cement as an apical plug in a tooth with a necrotic pulp and wide-open apex: a case report. *Int Endod J* 2007; 40(8):653-60.
19. Min KS, Kim HI, Park HJ, Pi SH, Hong CU, Kim EC. Human pulp cells response to Portland cement in vitro. *J Endod* 2007; 33(2):163-6.
20. Moodnik RM, Levey MH, Besen MA, Borden BG. Retrograde amalgam filling: a scanning electron microscopic study. *J Endod* 1975; 1(1): 28-31.
21. Tanzilli JP, Raphael D, Moodnik RM. A comparison of the marginal adaptation of retrograde techniques: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980; 50(1): 74-80.
22. Gondim E, Zaia AA, Gomes BP, Ferraz CC, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Investigation of the marginal adaptation of root-end filling materials in root-end cavities prepared with ultrasonic tips. *Int Endod J* 2003; 36(7): 491-9.
23. Shipper G, Grossman ES, Botha AJ, Cleaton-Jones PE. Marginal adaptation of mineral trioxide aggregate (MTA) compared with amalgam as root-end filling material: a low-vacuum (LV) versus high-vacuum (HV) SEM study. *Int Endod J* 2004; 37(5): 325-36.
۲۴. موسوی احمد. استاد راهنما: ضرابیان م. بررسی تظاهرات هیستولوژیک بافت پری آپیکال متعاقب پرکردگی انتهایی ریشه با Root MTA و سمان پرتلند در مقایسه با Pro Root MTA بر روی دندانهای گربه. مقطع دکترای دندانپزشکی، پایان نامه شماره ۴۵۷، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۸۲-۱۳۸۱.